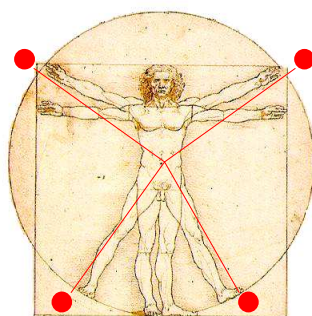


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

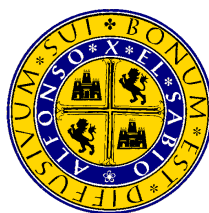
VOLUMEN X. AÑO 2012

SEPARATA



ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA

Manuel Enrique Islán Marcos, Marta Serrano Pérez, Manuel García García



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Manuel Enrique Islán Marcos, Marta Serrano Pérez, Manuel García García
Junio, 2012.

<http://www.uax.es/publicaciones/archivos/>

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*
Escuela Politécnica Superior.
Universidad Alfonso X el Sabio.
28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).
ISSN: 1696-8085

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@ y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol. X. 2012

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA.

**Manuel Enrique Islán Marcos ^(a), Marta Serrano Pérez^(b),
Manuel García García^(c)**

(a) Máster en Ingeniería Ambiental, Profesor de la EUIT Industrial de la UPM. C/ Ronda de Valencia 3, Madrid. e-mail: manuel.islan.marcos@upm.es

b) Dra en Ciencias Físicas. Área de Matemáticas y Física Aplicadas.
Universidad Alfonso X el Sabio Tf: 918105207, email: mserrper@uax.es

(c) Dr Ingeniero Industrial Profesor de la ETSI Industrial de la UNED. C/ Juan del Rosal s/n, Ciudad Universitaria, Madrid. E-Mail: mggarcia@ind.uned.es

RESUMEN:

Para poder entender la situación actual y los cambios que son necesarios realizar para aumentar el ahorro energético es imprescindible conocer la relación española con la energía y la tendencia de consumos energéticos, así como su posible adecuación y cumplimiento con los objetivos y compromisos adquiridos con las distintas directivas europeas.

El grado de autoabastecimiento energético de España es pequeño aunque muestra una tendencia positiva debido al distinto desarrollo de los planes energéticos.

El sector de la edificación es el tercer consumidor de energía representando un 30% del consumo total del país, y el consumo residencial representa el 9,78% de este mismo consumo.

Con estos datos podemos constatar la importancia de ahorro energético en el sector de la construcción residencial, con dos caminos bien diferenciados y coordinados por distintas normativas, como son la nueva edificación y la rehabilitación de las ya existentes.

Aunque sea difícil el cumplir los objetivos de la Directiva 2009/28/CE un buen desarrollo normativo y adecuación de las edificaciones existentes harán que la tendencia y los indicadores del cumplimiento, sean favorables y esperanzadores para el futuro.

PALABRAS CLAVE: Ahorro energético, edificación, eficiencia, mix energético.

ABSTRACT:

To understand the current situation in Spain and the changes that are necessary for energy saving it is essential to know the country's relation to energy, energy consumption trends and their possible relevance and compliance with the objectives and commitments to several European Directives.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

The degree of energy supply in Spain is small but it shows a positive trend due to the current different development of energy plans. The building sector is the third largest consumer of energy representing 30% of the country's total consumption, and residential consumption accounts for 9.78% of total consumption.

With these data we can see the importance of energy saving in the residential construction sector, with two distinct paths and coordinated by different regulations, such as new construction and rehabilitation of existing ones.

Although it is difficult to meet the objectives of the Directive 2009/28/EC of good policy development and adaptation of existing buildings the country keeps to will make the positive trend to the and performance indicators, which are favorable and hopeful

KEY-WORDS: Energy saving, construction, efficiency, energy mix.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Producción Interior de Energía y Grado de Autoabastecimiento 3. Consumo de Energía Primaria y Final. 4. Consumo de Energía Final por Sectores. 5. Intensidad Energética Primaria en España y la UE15. 6. Metodología de cálculo de la Eficiencia energética de los edificios 7. Conclusiones. 8. Bibliografía.

SUMMARY: 1. Introduction. 2. Production of Energy and Interior Grade Primary Energy Self-sufficiency 3. Primary and Final Energy Consumption. 4. Final Energy Consumption by Sector. 5. Primary Energy Intensity in Spain and the EU15. 6. Methodology for calculating the energy efficiency of buildings 7. Conclusions. 8. Bibliography

1. Introducción

Para poder comprender la situación actual de la eficiencia y ahorro energético en la que se encuentra nuestro país, es necesario analizar la situación energética en el pasado, estudiar los planes que se están desarrollando en el presente y los objetivos propuestos para el futuro. Ahora bien, existen unos indicadores que nos van a permitir medir y comprender la situación actual de la eficiencia energética española, los más representativos y que analizaremos a continuación son:

- Consumo Energético Primario y Final,
- Intensidad Energética, y
- Grado de autoabastecimiento,

2. Producción interior de energía y grado de autoabastecimiento

España se ha caracterizado a lo largo de su historia por, tener una producción interior de energía primaria muy pequeña, debido en gran medida a sus escasos recursos autóctonos y a una elevada dependencia energética del exterior, además de un consumo elevado de productos petrolíferos importados, lo que acaba dando lugar a un grado de autoabastecimiento escaso.

Como se puede ver en la Figura 1, la producción de energía primaria predominante en nuestro país es la Nuclear, seguida de cerca por las Energías Renovables.

Se puede observar gratamente como la producción de éstas (las Energías Renovables) en España ha aumentado en las dos últimas décadas, lo que ha contribuido notablemente a aumentar el grado de autoabastecimiento desde 2005, hasta obtener en el año 2009 un 23%, esto nos muestra que los esfuerzos realizados en los últimos tiempos están provocando cambios beneficiosos en las tendencias. Estos importantes cambios aumentan la confianza para asumir los planes de futuro.

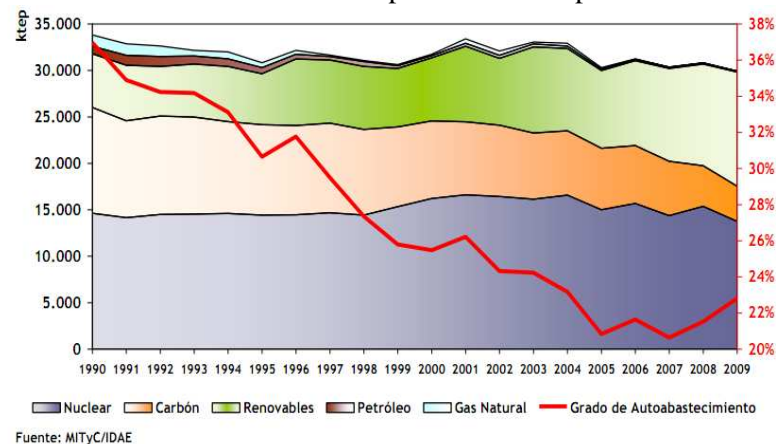


Figura 1. Evolución de la Producción Interior de Energía y del Grado de Autoabastecimiento
Fuente: MITYC. IDAE

Aún así, y como puede apreciarse en la Figura 2 y en la Tabla 1 que a continuación se muestra hay que reconocer que en la situación actual España tiene un nivel de dependencia energética cercana al 80%.

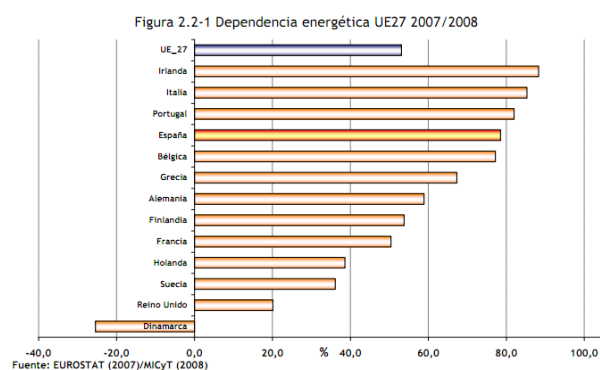


Figura 2. Dependencia energética UE27 2007/2008
Fuente: Eurostat (2000)/ MICYT (2008)

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

Tabla 1 Dependencia Energética UE 1999/ 2008

%

| | tiempo | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| La Unión Europea (27 países) | | 46.1 | 45.2 | 46.8 | 47.5 | 47.6 | 49.0 | 50.3 | 52.6 | 53.8 | 53.1 | 54.8 |
| La Unión Europea (25 países) | | 46.5 | 45.6 | 47.3 | 48.0 | 48.1 | 49.5 | 50.7 | 53.2 | 54.4 | 53.6 | 55.4 |
| Bélgica | | 79.5 | 75.1 | 76.1 | 78.2 | 75.6 | 77.8 | 78.0 | 78.2 | 77.9 | 77.1 | 79.5 |
| Bulgaria | | 49.9 | 48.9 | 46.5 | 46.3 | 46.7 | 47.2 | 48.3 | 47.3 | 46.1 | 51.6 | 52.3 |
| República Checa | | 25.7 | 25.6 | 23.4 | 25.8 | 27.0 | 25.0 | 25.6 | 30.7 | 27.9 | 25.1 | 27.6 |
| Dinamarca | | 6.0 | -16.1 | -34.8 | -27.1 | -41.6 | -31.5 | -47.4 | -50.8 | -35.9 | -24.9 | -22.3 |
| Alemania (entre ellos el ex República Democrática Alemana desde 1991) | | 61.4 | 59.4 | 59.7 | 60.9 | 60.1 | 60.7 | 61.1 | 61.6 | 61.3 | 58.6 | 60.9 |
| Estonia | | 35.6 | 35.4 | 32.4 | 31.7 | 28.4 | 25.4 | 28.4 | 25.4 | 28.6 | 23.9 | 23.8 |
| Irlanda | | 81.2 | 84.4 | 84.5 | 90.3 | 88.9 | 89.4 | 86.7 | 89.7 | 90.9 | 88.3 | 89.9 |
| Grecia | | 69.5 | 66.1 | 69.4 | 68.9 | 70.7 | 67.5 | 72.7 | 68.6 | 71.9 | 71.1 | 72.9 |
| España | | 74.5 | 76.7 | 76.7 | 75.0 | 78.5 | 76.7 | 77.6 | 81.3 | 81.5 | 79.5 | 81.4 |
| Francia | | 51.3 | 51.5 | 51.4 | 50.9 | 51.1 | 50.7 | 50.8 | 51.7 | 51.4 | 50.4 | 51.2 |
| Italia | | 81.9 | 83.0 | 87.1 | 83.8 | 86.4 | 83.9 | 84.7 | 84.4 | 86.9 | 85.4 | 85.4 |
| Chipre | | 96.9 | 100.5 | 98.8 | 96.1 | 100.6 | 96.0 | 96.4 | 100.7 | 102.5 | 95.9 | 97.5 |
| Letonia | | 60.4 | 55.3 | 59.8 | 59.1 | 58.1 | 62.5 | 68.9 | 63.1 | 65.8 | 61.5 | 57.9 |
| Lituania | | 51.2 | 54.7 | 60.6 | 47.6 | 42.8 | 45.1 | 47.9 | 58.5 | 64.0 | 62.5 | 59.6 |
| Luxemburgo | | 99.6 | 97.3 | 99.8 | 97.7 | 99.0 | 98.7 | 98.1 | 98.0 | 98.9 | 97.5 | 98.6 |
| Hungría | | 56.2 | 54.7 | 56.1 | 54.5 | 57.0 | 60.4 | 60.6 | 62.5 | 62.5 | 61.4 | 63.7 |
| Malta | | 100.0 | 109.0 | 100.4 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Países Bajos | | 27.2 | 30.4 | 38.9 | 34.6 | 34.3 | 38.2 | 31.6 | 38.4 | 37.7 | 38.9 | 34.6 |
| Austria | | 70.3 | 65.5 | 65.6 | 65.0 | 68.0 | 70.7 | 70.3 | 71.4 | 72.8 | 68.8 | 69.7 |
| Polonia | | 8.3 | 10.1 | 11.2 | 10.3 | 11.3 | 13.0 | 14.4 | 17.5 | 19.8 | 25.3 | 30.4 |
| Portugal | | 83.4 | 87.7 | 85.0 | 85.0 | 84.2 | 85.3 | 83.7 | 88.4 | 83.1 | 82.0 | 83.0 |
| Rumania | | 28.5 | 21.6 | 21.9 | 25.8 | 23.8 | 25.4 | 30.3 | 27.6 | 29.2 | 31.5 | 27.7 |
| Eslovenia | | 52.2 | 55.3 | 52.5 | 50.2 | 50.4 | 53.4 | 52.1 | 52.1 | 52.0 | 52.4 | 55.0 |
| Eslovaquia | | 71.7 | 67.1 | 66.0 | 63.5 | 65.1 | 65.8 | 69.0 | 65.5 | 64.0 | 69.0 | 65.1 |
| Finlandia | | 54.5 | 51.7 | 56.0 | 56.0 | 52.5 | 59.1 | 55.0 | 54.7 | 54.3 | 53.4 | 55.0 |
| Suecia | | 37.9 | 35.0 | 39.2 | 36.9 | 37.6 | 43.7 | 37.3 | 37.7 | 37.8 | 36.3 | 38.0 |
| Reino Unido | | -15.7 | -20.4 | -16.8 | -9.2 | -12.3 | -6.3 | 4.7 | 13.6 | 21.3 | 20.2 | 26.1 |
| Islandia | | 34.0 | 31.1 | 31.4 | 27.8 | 28.0 | 27.2 | 30.1 | 28.9 | 25.1 | : | : |
| Noruega | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 683.1 | 659.4 | 736.0 | 745.7 | 841.4 | 744.0 | 706.0 | 721.2 | 680.7 | 676.7 | 622.3 |
| Suiza | | 58.9 | 53.9 | 54.4 | 55.8 | 56.8 | 55.4 | 56.5 | 60.3 | 57.3 | 52.5 | 55.1 |
| Croacia | | 49.5 | 54.6 | 53.3 | 52.2 | 60.1 | 56.4 | 57.5 | 58.6 | 54.3 | 56.9 | 60.3 |
| Antigua República Yugoslava de Macedonia, el | | : | : | : | : | : | : | : | : | : | 47.5 | 45.9 |
| Turquía | | 60.0 | 60.9 | 65.4 | 64.3 | 67.3 | 71.0 | 70.4 | 71.9 | 72.5 | 74.4 | 72.2 |

: = No disponible

3. Consumo de energía primaria y final

A lo largo de las últimas tres décadas España ha experimentado una tendencia al alza en el consumo de energía primaria, una de las principales razones de este aumento en el consumo fue la incorporación de España en la UE, hecho que elevó notablemente el poder adquisitivo de los españoles y se vio reflejado en un mayor equipamiento automovilístico, doméstico, y un gran desarrollo en el sector inmobiliario. Un dato importante a tener en cuenta, (ver Figura 3), es el incremento del consumo del gas natural y de las energías renovables a partir de los años 90. Este aumento en el consumo sobre todo del gas, se ha producido en gran medida gracias a la ejecución de las distintas *Planificaciones de los sectores de Electricidad y Gas*, que han sido muy importantes en el desarrollo de las infraestructuras energéticas necesarias, para la integración de las energías renovables. Como puede observarse la evolución del porcentaje del consumo de energía primaria en España es muy superior al producido en los países de la UE, las razones por los cuales ha aumentado tanto este consumo energético en nuestro país con respecto a otros países europeos, no se analizan en detalle en este trabajo.

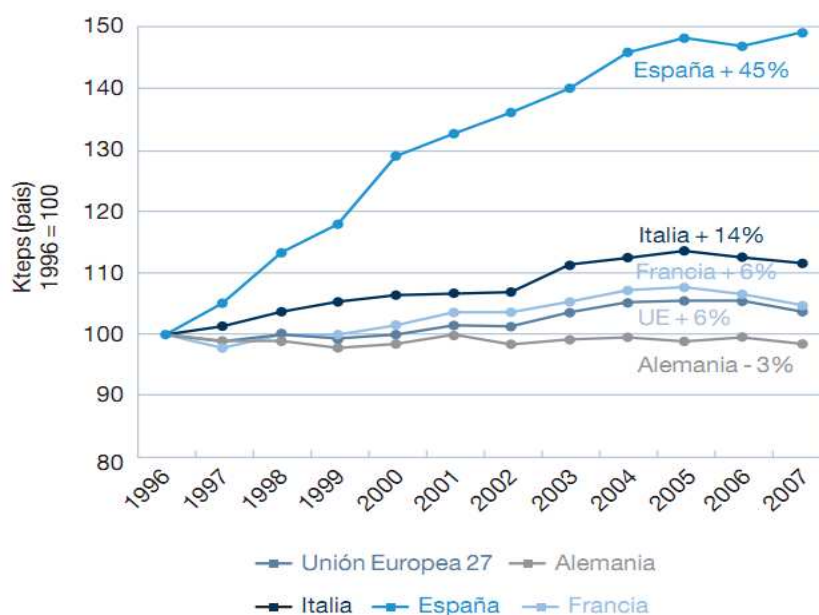


Figura 3
Evolución porcentual del consumo de energía primaria en España y países de la UE
Fuente: Eurostat y Pricewaterhouse Coopers

Aunque sí resulta interesante destacar que la evolución del consumo de energía primaria de Alemania se ha mantenido casi constante desde 1996, a pesar del crecimiento de su economía.

En nuestra opinión esto se debe fundamentalmente a la profundamente arraigada filosofía de eficiencia energética en Alemania, lo que puede notarse en la calidad de sus planes de Eficiencia Energética Nacional en la Edificación y en los planes de Nacionales de Energías Renovables.

4. Consumo de energía final por sectores

En el análisis por sectores, podemos comprobar que el sector del transporte es el de mayor consumo de energía final, cerca del 40% del consumo total, y principalmente usando productos petrolíferos, los cuales en su gran mayoría o casi en su totalidad son importados, por lo que esto puede explicar el elevado grado de dependencia energética española, el segundo sector con mayor consumo es el de Industria con un 30% de consumo, y en tercer lugar, el sector edificación con un consumo de cerca del 17%.

El sector en el que se centra el presente estudio es el Residencial, el cual tiene un peso de consumo del 9,87% del total. En la Figura 4 siguiente, se puede ver la evolución creciente del consumo final de energía por sectores.

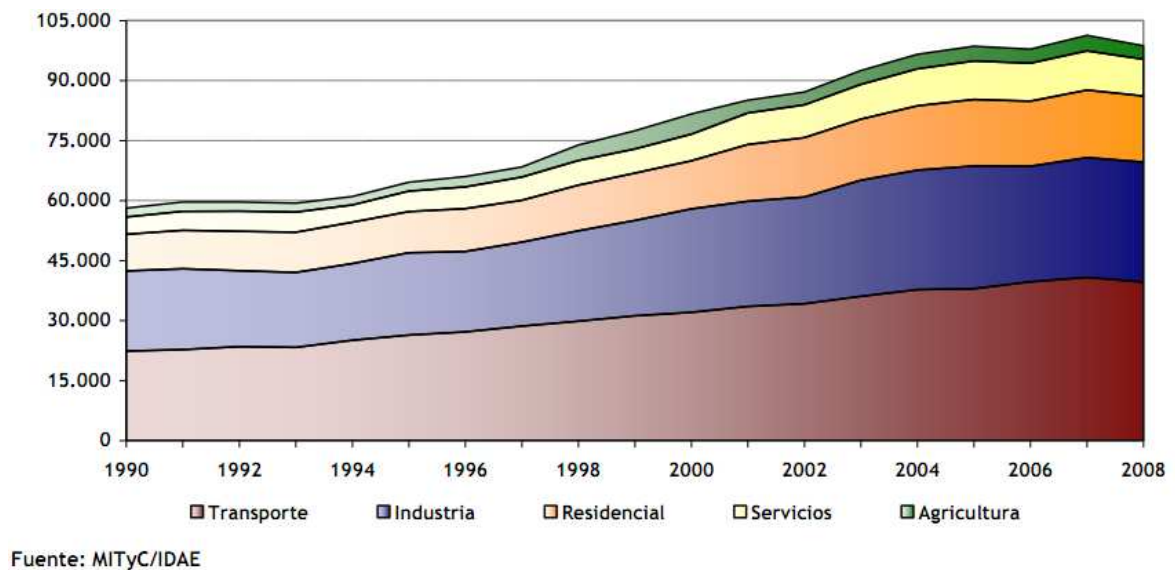


Figura 4. Evolución del consumo final de energía por sectores
Fuente: Eurostat (2000)/ MICYT (2008)

5. Intensidad energética primaria en España y la UE-15

La Intensidad Energética en España (Cantidad de energía utilizada para la producción del PIB), está muy por encima de la media de la Unión Europea, lo cual es una característica muy negativa de nuestra economía, refleja nuestra baja competitividad, ya que expresa que es necesario mas energía para producir el mismo PIB que la UE. (Ver Figura 5). En dicha Figura se muestra la gran diferencia existente en la Intensidad Energética Española y de la UE-15. Se observa además que la tendencia actual indica una disminución de ambos indicadores y una aproximación o convergencia de los mismos.

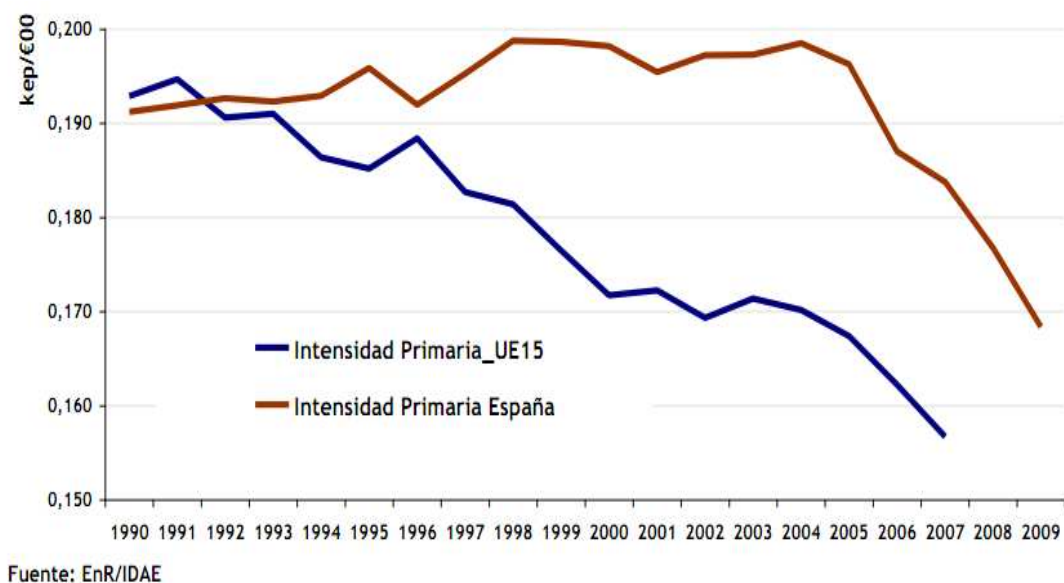


Figura 5. Comparativa entre intensidad Primaria EU15 y España

Fuente: EnR/ IDAE

Teniendo en cuenta que nuestro país tiene una elevada dependencia energética del exterior, tal y como ya se ha comentado más arriba se puede ahora añadir que la economía española es también fuertemente dependiente del exterior. Lo que la hace frágil frente a las circunstancias adversas provenientes de fuera del país. Debemos trabajar sobre el Ahorro y La Eficiencia energética, porque además de cumplir los objetivos propuestos por la UE, estamos de algún modo trabajando para mejorar la situación económica de España y su competitividad futura a nivel mundial.

Una vez analizada la situación energética en España se hace imprescindible aplicar principios de eficiencia y sostenibilidad en todos aquellos sectores susceptibles de mejorar la balanza energética del país. Tal y como se ha indicado anteriormente el sector de la edificación tiene un peso de consumo del 9,87% del total, motivo por el cual nos centraremos en la posibilidad de evaluar la eficiencia energética en los edificios.

6. Metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios

Según la Directiva 2010/31/CE, los Estados Miembros de la Unión Europea están obligados a adoptar, a nivel nacional o regional, una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios, que considere y valore:

- las características térmicas del edificio (capacidad térmica, asilamiento, etc.)
- la instalación de calefacción y de agua caliente
- la instalación de aire acondicionado
- la instalación de iluminación
- las condiciones ambientales interiores.

También han de ser valorados y considerados la influencia positiva de los siguientes elementos:

- la exposición solar térmica
- la iluminación natural
- la producción eléctrica por cogeneración
- refrigeración urbana o colectiva.

El nivel alcanzado por estos elementos se revisará cada 5 años. En España estos requisitos mínimos (para los edificios nuevos), son los existentes en DB¹, del Código Técnico de la Edificación y a su vez son comprobados por LIDER² y certificados según su nivel de eficiencia energética por CALENER³.

Los Estados Miembros de la UE podrán establecer una distinción entre edificios nuevos y edificios existentes, es decir, podrá establecer unos requisitos mínimos para edificios nuevos distintos de los

¹ DB: Documento Básico

² LIDER es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética, establecida en el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1), y esta patrocinado por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA)

³ El programa Informático Calener es una herramienta que permite determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio. Esta promovido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDEA, y por el Ministerio de Vivienda

requisitos mínimos para edificios existentes (En España todavía no se han publicado los requisitos mínimos que deberían cumplir los edificios existentes).

Los edificios de nueva construcción deben cumplir las exigencias de los DB-HE4, y ser comprobados y Certificados por LIDER y por CALENER antes incluso del inicio de la obra. Por este motivo el proyecto deben ser valorado en el cumplimiento de dichos requisitos relativos a:

- Los sistemas de abastecimiento de energías renovables
- Bombas de calor
- Sistemas de calefacción
- Refrigeración urbana o colectiva (si los tuviese)
- Sistemas de cogeneración (si los tuviese)

Quedan excluidos de la aplicación de los requisitos mínimos los siguientes tipos de edificios:

- Los edificios protegidos oficialmente (edificios históricos...etc)
- Los edificios utilizados como lugares de culto
- Las construcciones provisionales, con un plazo igual o inferior a dos años
- Los edificios residenciales de uso menos de cuatro meses al año o de un año pero con un consumo de energía inferior al 25% del consumo que tendría que tener en un año.
- Los edificios independientes de una superficie útil total a 50m²

LIDER

El programa Lider es una aplicación que se utiliza como herramienta para verificar el cumplimiento de la exigencia "Limitación de la demanda energética" regulada en el Documento Básico de Eficiencia Energética (DB-HE1) del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE, 2006). Dicho Documento exige que los nuevos edificios y los reformados dispongan de una envolvente que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, asegurando unos requisitos mínimos de los cerramientos en cuanto al aislamiento, inercia térmica, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar.

Lider significa Limitación de la Demanda de Energía. Se trata de una aplicación informática desarrollada por un conjunto de profesores del Grupo de Termotecnia de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial del Andalucía (Universidad de Sevilla) y por parte del Instituto Torroja de Ciencias de la Construcción, con entorno Windows.

⁴ DB-HE: Documento Básico Ahorro de Energía. Marzo de 2006

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

El DB-HE 1 (CTE, 2006) exige una serie de requisitos en cuanto a las calidades de los cerramientos (cámara de aire, puente térmico en cristales, valores máximos de coeficientes de transmisión de calor, etcétera), diseño de los mismos, porcentaje de huecos en fachada y porcentaje de lucernarios en cubierta, entre otros con el fin de asegurar que los nuevos edificios limitan su transferencia de energía al exterior en invierno (minimizar el consumo de calefacción) así como la entrada de energía desde el exterior en verano (minimizar el consumo de energía en refrigeración). El documento anterior, NBE-CT 79 de Condiciones Térmicas en los Edificios, ya recogía la obligatoriedad de coeficientes particulares en los cerramientos (cristal, fábrica, etc.) y, además, el coeficiente global KG; una vez que se aseguraba que todos los coeficientes de los cerramientos eran superiores a los valores mínimos, era necesario el cálculo de KG en función de la superficie y volumen del edificio. KG era la suma de todos los coeficientes de transmisión de los cerramientos dividido entre el volumen y en cada zona climática teníamos un valor máximo de KG; con la nueva metodología el sistema cambia y el CTE permite un mayor margen a la hora de elegir los cerramientos (es menos exigente y permite usar cerramientos de menor calidad), pero es más estricto en cuanto a la transmisión total del edificio, por lo que si se usan cerramientos con alta transmisión de energía en alguna de las superficies, éstos se deben compensar con otros de elevada transmisión (Blanco y López, 2010).

Para verificar el cumplimiento del HE 1 el CTE nos permite utilizar la opción simplificada y la opción general. La primera se basa en comprobar una serie de prescripciones en cuanto al diseño del edificio como son limitar los huecos en fachadas al 60% y los lucernarios en cubierta al 5% y excluir los elementos no convencionales (muros trombe, invernaderos...); cuando comprobamos que el edificio proyectado cumple estos preceptos exigimos que los cerramientos presenten unos valores máximos de coeficientes de transmisión de calor de forma similar a cómo ocurría en la NBE-CT-79. Estos coeficientes dependen de cada zona en particular.

La opción general, es decir, la metodología del Lider es una comparación del edificio que estudiamos, llamado objeto, con otro denominado de referencia. El edificio de referencia se caracteriza por que:

- Tiene la misma superficie y geometría que el edificio modelo.
- Mismos obstáculos remotos (sombras).
- Los componentes de la envolvente cumplen estrictamente las exigencias del HE 1 en sus valores límite.
- Se consideran las condiciones climáticas de la zona en la que se ubica el edificio.

La validación del edificio objeto se producirá cuando comprobamos que el consumo previsto de energía en el edificio proyectado es menor que el de referencia. El programa incluye librerías con los datos climáticos de las capitales de provincia, aunque es un pequeño problema porque son datos muy bastos, y sólo considera el comportamiento del edificio en invierno (de diciembre a febrero) y verano (entre junio y septiembre) limitándose al cálculo de la demanda general del edificio. Para la validación de nuestro edificio debemos introducir paso a paso el edificio objeto, en la planta, cerramientos, distribución interior, usos de cada espacio (residencial, hostelería y demás), número de horas que se utiliza cada espacio al día (8, 12, 16 horas, etc.) y las condiciones higrométricas.

En general, la metodología de Lider ha sido bastante criticada porque se trata de un proceso complicado y con una aplicación informática compleja que produce una gran cantidad de errores en su uso, lo que provoca lentitud en la introducción del edificio; además, no garantiza que el nuevo edificio tenga un consumo de energía razonable, como lo hacía la NBE-CT-79. En el caso de que un edificio sea muy disperso, el programa Lider lo validará si utilizamos cerramientos de alta calidad, aunque el edificio esté compuesto de muchas pequeñas unidades ineficientes (Blanco y López, 2010).

El aspecto del interface gráfico del programa es el siguiente:

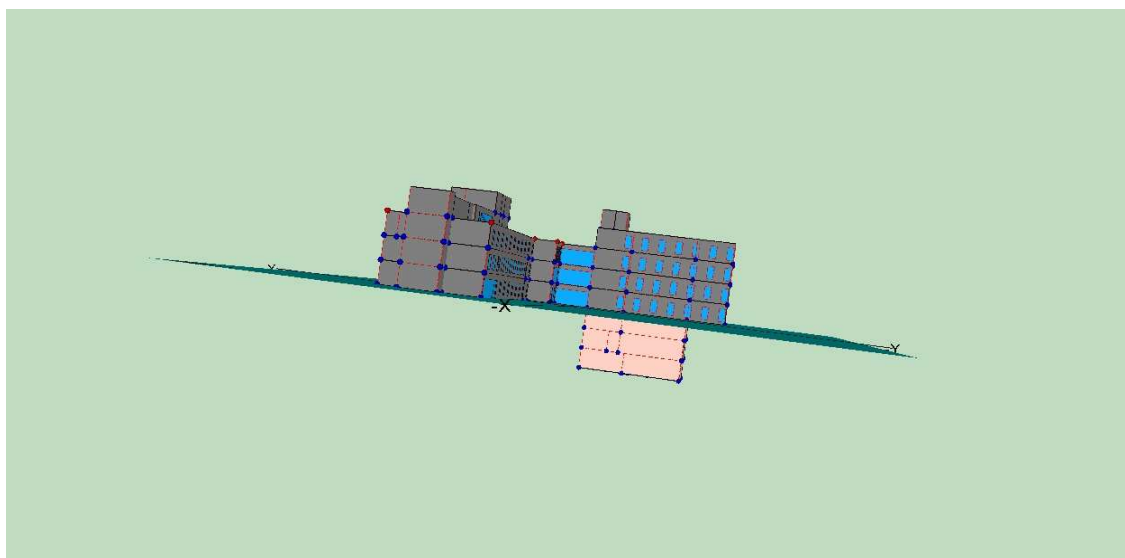


Figura 6: Visualización gráfica del programa Lider.
Fuente: Elaboración propia

CALENER

Al igual que se utiliza Lider para asegurar el cumplimiento del DB-HE 1 del CTE, el programa Calener (Calificación Energética de Edificios) se utiliza para comprobar el cumplimiento del RD 47/2007. Dicho Real Decreto permite dos opciones, la simplificada y la general. El método simplificado nos facilitará la comprobación de que el edificio cumple la normativa, pero no es posible obtener una calificación superior a D, mientras que el método general usa el programa Calener (versiones VYP y GT) u otros procedimientos que en el futuro se puedan aplicar (programas alternativos) con los que se obtiene la calificación real (letras de la A a la G).

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

En resumen, el Certificado de Eficiencia Energética se puede obtener de las siguientes maneras:

- Opción simplificada.
- Opción general:
 - ✓ Calener VYP
 - ✓ Calener GT
 - ✓ Métodos alternativos

Calener es un programa informático desarrollado por el mismo grupo que Líder y muy similar que se emplea para obtener la calificación energética de los edificios, así como datos para la elaboración de algunos de los documentos necesarios para elaborar la Certificación de Eficiencia Energética de los mismos según el RD 47/2007. Esta aplicación está diseñada en entorno Windows, con la posibilidad de incorporar librerías y actualizándolo con el tiempo. Existen dos versiones, el Calener VYP para edificios de viviendas y sector terciario de pequeño tamaño, y la versión Calener GT para grandes edificios del sector terciario. El programa realiza una simulación del funcionamiento energético del edificio en cuanto al consumo de energía (medido en kWh) y las emisiones de CO₂ (medidas en kg) debidos a las instalaciones de refrigeración, calefacción, producción de agua caliente sanitaria y alumbrado.

Para su funcionamiento, es necesario que le facilitemos la descripción geométrica del mismo (superficie, número de plantas, espacios habitados, distribución interior, etc.) aunque lo más sencillo es importarlo desde el programa Líder. Una vez que se ha descrito físicamente el edificio, se introducen los datos sobre las instalaciones citadas (iluminación, producción de ACS, calefacción y refrigeración) de forma que Calener modeliza dos edificios, uno objeto y otro de referencia. El edificio de referencia va a ser idéntico al que planteaba el programa Líder, es decir, que presenta estrictamente los valores límites en cuanto a cerramientos que planteaba el CTE-HE 1, pero además también cumple estrictamente los valores de las exigencias CTE-HE 2 (Instalaciones térmicas), CTE-HE 3 (Eficiencia energética en iluminación), CTE-HE 4 (Contribución de energía solar térmica a la producción de ACS) y CTE-HE 5 (Producción de energía fotovoltaica) si procede. Además, debemos facilitar a Calener la ubicación geográfica del edificio. Una vez que le hemos facilitado todos estos datos, se realiza la simulación del consumo de energía y emisiones de CO₂ asociadas de forma dinámica para la temporada de verano (de junio a septiembre) e invierno (de diciembre a febrero) del edificio objeto y del edificio de referencia. Al igual que Líder, Calener sólo validará nuestra propuesta cuando el consumo de energía previsto sea menor y, en ese caso, nos dará como resultado final un informe en formato pdf que incluirá para los dos edificios:

- Emisiones previstas de CO₂ al año.
- Consumo previsto en kWh al año identificando los valores previstos en iluminación, consumo en producción de ACS, en calefacción y en refrigeración.
- Porcentaje de reducción de las emisiones de CO₂ respecto al edificio de referencia. Es decir, si la reducción es del 0%, ambos emitirán la misma cantidad; si la reducción es del 100%, el edificio objeto se autoabastece; y si la reducción es del 50% es que consume la mitad.

- Calificación energética en la escala A hasta la G: esta calificación va a dar al edificio objeto una calificación desde la letra A (los edificios más eficientes) hasta la G (los menos eficientes y que cumplen estrictamente las normas). Esta calificación depende del valor del indicador, que se obtiene a partir de los parámetros de emisiones de CO₂ en el edificio objeto y en el de referencia, con valores por separado para refrigeración, iluminación, calefacción y producción de ACS. En concreto, el valor total del indicador es la media de los indicadores de climatización, iluminación y ACS, que son los cocientes entre las emisiones del edificio objeto y las del edificio de referencia.

| Indicadores | | OBJ | REF | IND | CAL |
|--------------------------|---------------------------------------|------|------|------|-----|
| Demanda Calefacción: | (kWh/m ²) | 23,8 | 10,3 | 2,32 | G |
| Demanda Refrigeración: | (kWh/m ²) | 47,8 | 58,7 | 0,81 | C |
| Climatización: | (Tn CO ₂ /m ²) | 30,3 | 32,8 | 0,92 | C |
| Agua Caliente Sanitaria: | (Tn CO ₂ /m ²) | 0,1 | 11,4 | 0,01 | A |
| Iluminación: | (Tn CO ₂ /m ²) | 5,3 | 7,6 | 0,70 | C |
| Total: | (Tn CO ₂ /m ²) | 35,6 | 51,7 | 0,69 | C |

Figura 7:
Visualización de los indicadores mediante la herramienta de resultados de Calener GT

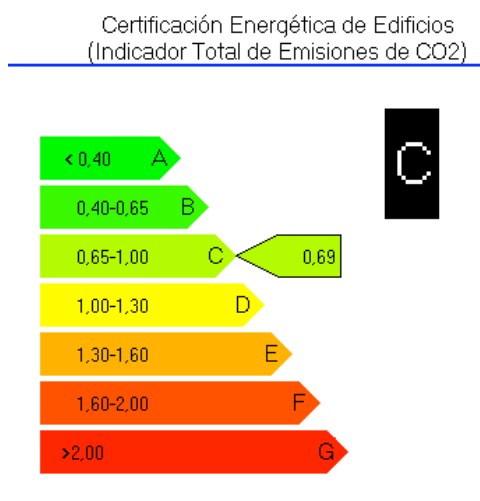


Figura 8:
Visualización de los indicadores mediante la herramienta resultados de Calener GT

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

Todos estos datos se reflejan en la etiqueta energética, regulada por el RD 47/2007, y se incorporan a la certificación energética junto a otros datos como la normativa o descripción de las instalaciones (también regulada por el RD 47/2007). Otra aplicación que puede ser útil en el futuro de Calener es la referente a la realización de auditorías energéticas, ya que no existe una metodología aprobada y este programa nos facilita todas las previsiones en el consumo de energía y emisiones a lo largo del año.

CALENER VYP vivienda y pequeño sector terciario

Calener VYP es la primera versión de Calener y se utiliza para obtener el Certificado de Eficiencia Energética de viviendas y edificios de sector terciario de pequeño tamaño. Pero la cuestión es: ¿Cuándo se considera que un edificio del sector terciario se debe calcular con Calener VYP y no con Calener GT? En realidad, cualquier edificio de sector terciario se puede certificar con Calener GT, independientemente de su tamaño, su potencia instalada, su uso, etc. Pero la certificación mediante Calener VYP resulta la mayoría de veces más sencilla y presenta menos errores. Entonces, ¿Cuándo se debe utilizar Calener GT y no Calener VYP?, ¿qué limitaciones tiene Calener VYP?

Cuando se sobrepase una potencia instalada de 70 kW, el edificio debe considerarse ya como Gran Terciario, pero además, en Calener VYP se pueden introducir sólo sistemas de climatización sencillos y no se consideran los horarios de uso de las instalaciones, ni los de ocupación, infiltraciones, etc.

En conclusión, cuando se necesite introducir sistemas de climatización complejos y, o se requiera más precisión en los cálculos se deberá certificar el edificio con Calener GT. Para el resto de los casos Calener VYP es una herramienta válida. El aspecto del interface gráfico de Calener VYP es exactamente igual que el de Lider, sólo que en éste se incluyen las pestañas referentes a los sistemas (de climatización y de ACS) y a la obtención de la Calificación Energética.

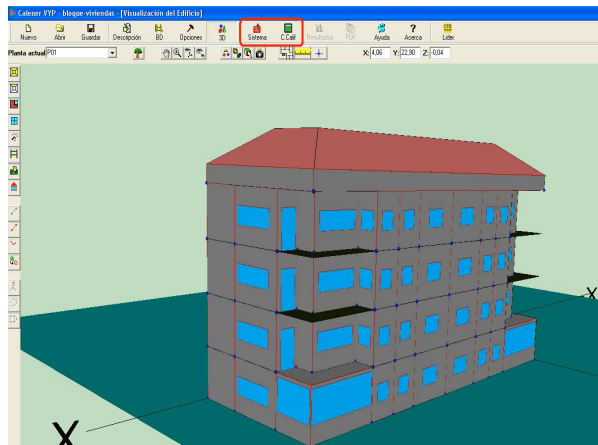


Figura 9:
Visualización del interface gráfico de Calener VYP

CAMBIOS EN LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS.

Cuando sometemos varios edificios en distintos escenarios y con distintos sistemas de climatización obtenemos que:

Al aumentar el aislante de los cerramientos no siempre es recomendable porque mejora la demanda de calefacción y empeora la de refrigeración; además no supone una mejora considerable de la calificación energética. Cambiar el tipo de aislante de Poliestireno Expandido (EPS) a Lana Mineral (MW) no genera diferencias notables debido a que sus respectivas transmitancias son muy similares.

En cuanto a los parámetros relativos a las ventanas, se observa que los únicos cambios que suponen mejoras considerables (mayores de un 1%) son el factor solar y la permeabilidad, por lo que deberemos elegir ventanas de bajo factor solar y de clase 3.

El vidrio tipo bajo emisivo que hemos simulado es un SGG Climalit Plus (interior) con SGG Planistar (exterior) de 6-12-6 mm, que ofrece las siguientes características: factor solar de 0,42 y transmitancia de 1,6 W/mm²K.

La ventana que hemos utilizado es: Ventana de PVC corredera 2 hojas con capitalizado sistema Softline Ekosol (SL/EK) de (1300×1483) (CIDEMCO 18230) de la marca Veka, en la que se ha realizado un ensayo según la norma UNE EN 1026:2000, obteniéndose una clase 3.

CAMBIOS EN LA OCUPACION, LOS EQUIPOS Y LAS INFILTRACIONES

Los parámetros referentes a la ocupación, equipos (ordenadores, máquinas, personal etc.) e infiltraciones afectan también de manera indirecta sobre el indicador de climatización, ya que constituyen cargas térmicas a considerar en el cálculo de una instalación de climatización, pero los cambios que hemos realizados son sólo para determinar de qué forma influyen ya que estos parámetros no deben ser cambiados.

Estos cambios no son factibles en un proyecto real, pero analizándolos se observa que reducir el número de ocupantes, el número de equipos, el horario de funcionamiento de éstos o el número de renovaciones hora puede conllevar a mejoras, en algunos casos considerables.

CAMBIOS EN LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

1.- El tipo y subtipo de la caldera: En cuanto al tipo, compensa siempre elegir una de combustible frente a una eléctrica, a no ser que se necesite poca potencia, y los mejores subtipos de calderas por orden de eficiencia son: caldera de baja temperatura (la inicial), de condensación y de biomasa. Pero en el caso de la biomasa la mejora de la calificación ya es muy importante, llegando a mejorar el indicador de climatización en un 68 %. Tal y como hemos conseguido en la simulación.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC12_001.pdf

2.- Rendimiento de la caldera: El aumento del rendimiento en las calderas supone menos de un 4 % de mejora en la mayoría de los casos, y en el caso de la caldera tipo biomasa el aumento de su rendimiento no supone apenas mejoras.

3.-Tipo de enfriadora: Las enfriadoras que dan mejores resultados son las del tipo compresor eléctrico condensada por aire y las de absorción. En concreto, la que aporta una mejora mayor en la mayoría de los casos (del orden de un 5% de mejora o mayor en el indicador de climatización) es la de absorción de doble etapa, pero no siempre es la mejor. Se analizan en la simulación las de absorción de simple y de doble etapa y la de compresor eléctrico.

EER de la enfriadora: es importante saber a la hora de introducir este dato que depende de la carga de la enfriadora, es decir, que es un dato variable. Por ello se debe introducir el valor del ESEER (Índice europeo de eficiencia eléctrica estacional) que nos proporciona el fabricante, que es una media ponderada del EER.

Existencia de agua bruta: Esta representa la existencia de un intercambiador de calor que transfiere energía entre un circuito hidráulico y una corriente de agua natural (red de agua bruta, pozo, lago, estanque, etc.). Este objeto debe estar conectado a un circuito de condensación, por lo que sólo se puede incluir si la enfriadora está condensada por agua. La existencia de alimentación de agua bruta supuso una mejora tan sólo en la instalación de climatizadoras de la biblioteca, en el resto no se apreciaron cambios en la calificación.

EER y COP en los sistemas autónomos: La mejora de estos parámetros influye considerablemente sobre la eficiencia de los sistemas autónomos y, en consecuencia, sobre la calificación.

4.-Características de los termostatos: Las temperaturas de los termostatos suelen ser de 25 °C para la refrigeración y de 20 °C para la calefacción y hemos observado que, al reducir estas temperaturas y horarios a sólo unas pocas horas al día, se empeora la eficiencia de los sistemas excepto en el caso del sistema de suelo radiante.

CAMBIOS EN EL SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.

Cuando simulamos la demanda de ACS, observamos una mejora de eficiencia energética directamente proporcional al aporte de energías renovables, y obtenemos un gran aumento si se utiliza una caldera de biomasa para la producción de ACS.

7. Conclusiones

La conclusión más importante es que España depende energéticamente del exterior y su Intensidad Energética es muy superior a la de la Unión Europea, aunque la tendencia a la disminución de ésta última anima a continuar trabajando en esta línea.

Se puede observar que en calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) supone entre ambas el 64% del consumo energético total y en los últimos años se observa una tendencia al alza relacionada con el aumento del PIB del país.

Ante esta situación de déficit energético estamos obligados a diseñar sistemas e instalaciones de climatización eficientes para lo cual debemos marcar como objetivos:

- 1 Disminución de las necesidades de energía
- 2 Utilización de energías gratuitas.
- 3 Incremento de la eficiencia energética
- 4 Correcta regulación del sistema.

Debemos pues diseñar las instalaciones con un principio básico de ahorro de energía, familiarizarnos con el uso de energías alternativas, y un conocimiento completo de los parámetros de eficiencia en climatización como son: los horarios de usos, la utilidad de los recintos a climatizar, velocidad de distribución de fluidos, y con ello conseguir en cada instante el régimen de potencia que se acerque más al rendimiento óptimo de la instalación.

Posiblemente los objetivos concretos de la DIRECTIVA 2009/28/CE aprobada el pasado 23 de abril de 2009 en Parlamento Europeo de carácter vinculante, que obliga a los países miembros de la Unión a asumir los siguientes objetivos para el año 2020:

- Reducción de gases de efecto invernadero al 20% (respecto emisión de 2009)
- Mejora de la eficiencia energética en un 20%
- Aumento de la cuota de energías renovables en un 20%
- Aumentar el nivel de los biocarburantes en el combustible para el transporte a 10%

Actualmente se encuentran en vigor las siguientes estrategias y planes de Acción:

- La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética de España 2004-2012 (E4), y sus planes de Acción 2005-2007, y el actual PAE E4+ 2008-2012
- Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012
- Paralelamente se están ejecutando otros planes estratégicos, que tienen objetivos en común con los mencionados anteriormente, uno de los cuales es:
- Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/ TECEOC12_001.pdf

- Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCEL), tiene como objetivo cumplir los compromisos firmados en el Protocolo de Kioto.

8. Bibliografía

PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA RENOVABLES DE ESPAÑA 2011-2020. (PANER)

NATIONAL ENERGY EFFICIENCY ACTION PLAN, Directiva 2006/32/CE del parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006, sobre eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA . *Desarrollo sostenible 2008*. Madrid : INE, 2009. 978-84-260-3755-8.

BANCO DE ESPAÑA. *INDICADORES DEL MERCADO DE LA VIVIENDA* . Banco de España. 25-Marzo-2011.

PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO EUROPEO. *Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios*. 19 de mayo de 2010.

PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO EUROPEO. *Directiva 2009/28/UE* relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA LIMPIA*. Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2007.